

GUIDE POUR FAVORISER LA DÉCARBONATION DES ACTIVITÉS DES EPL ET DE LEURS PROJETS D'AMÉNAGEMENT

À DESTINATION DES EPL, EN RAPPORT AVEC
LEURS ACTIVITÉS PRINCIPALES ET EN
PARTICULIER L'ACTE D'AMÉNAGER

OCTOBRE 2024

SOMMAIRE

01

Préambule

02

Le Bilan Carbone en tant qu'entreprise

03

La conception de projets d'aménagement bas carbone

04

Comment s'engager demain vers la neutralité carbone ?

01 | Préambule

CONTEXTE ET ENJEUX DE LA DÉCARBONATION

- Un objectif de neutralité carbone – en France et dans le monde – à horizon 2050, c'est-à-dire un équilibre entre les émissions de gaz à effet de serre (GES) liées à nos activités et la capacité de notre écosystème à capter le carbone.
- Des collectivités et des aménageurs au cœur de l'organisation des territoires, conduisant à œuvrer vers un avenir bas carbone et préparer les grandes étapes de cette transition.
- Une transition qui passe par un partage des connaissances et compétences entre acteurs, une réflexion tout au long du projet sur les enjeux énergie-carbone pour faire les bons choix au bon moment, et des outils de quantification adaptés au processus de conception pour accompagner les acteurs.

AMBITION ET CONTENU DU GUIDE

- Proposer des leviers de décarbonation par un Bilan Carbone à l'échelle de l'EPL, intégrant un périmètre élargi aux activités principales de l'entité.
- Se mettre à l'échelle de chaque projet d'aménagement pour en optimiser la stratégie énergie-carbone (et illustrer cela grâce à des logiciels d'aide à la décision développés par Efficacity et le CSTB).
- Terminer par les principales préconisations pour mener à bien de tels projets.

02

Le Bilan Carbone en tant qu'entreprise



Intérêt de la démarche Bilan Carbone pour l'EPL et première approche

Objectif du Bilan Carbone

La méthode Bilan Carbone® permet de réaliser un bilan prenant en compte la globalité des émissions de gaz à effet de serre, directes ou indirectes, pour les flux physiques d'une organisation, sans lesquels le fonctionnement de celle-ci ne serait pas possible.

Les gains de cette démarche sont multiples :

- Identifier les trajectoires de décarbonation et les leviers d'actions possibles et pertinents pour réduire le plus d'émissions de GES à moyen et long termes ;
- Répondre aux attentes réglementaires de plus en plus pressantes, dont la stratégie nationale bas carbone (SNBC) qui vise l'atteinte de la neutralité carbone à horizon 2050 ;
- Aligner l'intérêt collectif en engageant ses collaborateurs et en les sensibilisant à la démarche carbone ;
- Afficher une démarche pro-active face aux enjeux de la décarbonation des activités d'aménagement.

Périmètre de l'exercice

Le premier cadrage de la réalisation d'un Bilan Carbone est la définition du périmètre d'intervention souhaité : périmètre opérationnel ou périmètre temporel.

Le **périmètre opérationnel** correspond au calcul des **postes d'émissions de gaz à effet de serre**. L'identification de ces postes peut s'appuyer sur la **méthode des trois scopes**. Les scopes servent à catégoriser les émissions de GES de l'activité d'une organisation en trois catégories, selon des critères propres à l'organisation :

- Le SCOPE 1 regroupe les émissions directes de GES issues des combustibles fossiles (gaz, pétrole, charbon, etc.) ;
- Le SCOPE 2 regroupe les émissions indirectes de GES associées à la consommation d'énergie résultant de la production d'énergie achetée et consommée par l'organisation (électricité et réseaux de chaleur / froid) ;
- Le SCOPE 3 regroupe les autres émissions indirectes de GES, soit les consommations d'énergie qui surviennent en dehors des installations de l'entreprise : les produits et services achetés, le transport et la logistique, les déchets, etc.

Le **périmètre temporel** correspond au pas de temps observé, soit la période sur laquelle vont porter les données d'activités collectées et reportées au Bilan Carbone. Ce périmètre est classiquement d'un an, afin de refléter au mieux l'activité de l'organisation dans sa globalité. Un Bilan Carbone peut aussi couvrir une période particulière ; l'analyse portera alors sur la durée d'un événement ou d'un projet, afin d'apporter une aide à la décision.



Intérêt de la démarche Bilan Carbone pour l'EPL et première approche

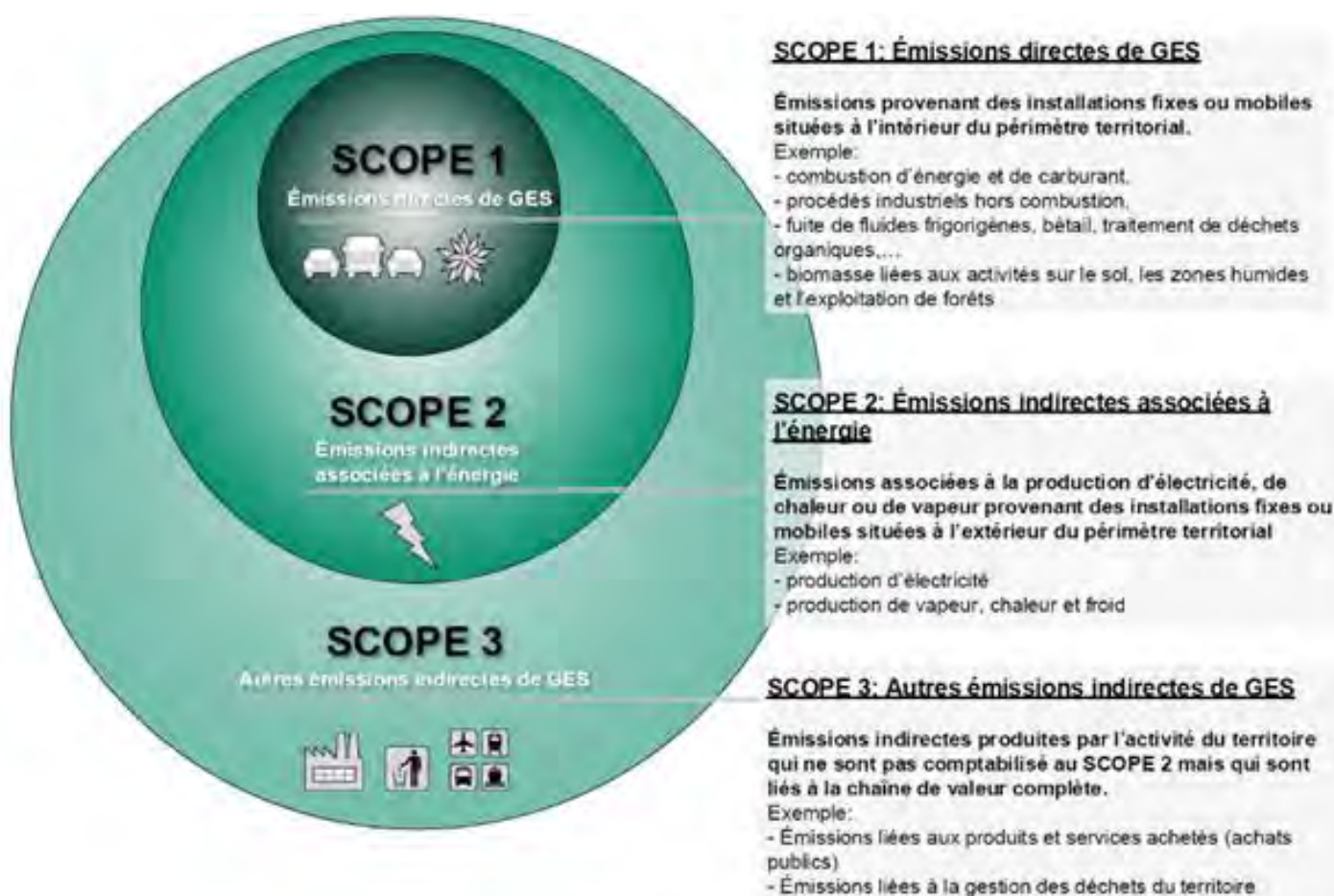


Schéma de répartition des périmètres des SCOPE



Les grandes étapes d'un Bilan Carbone de structure

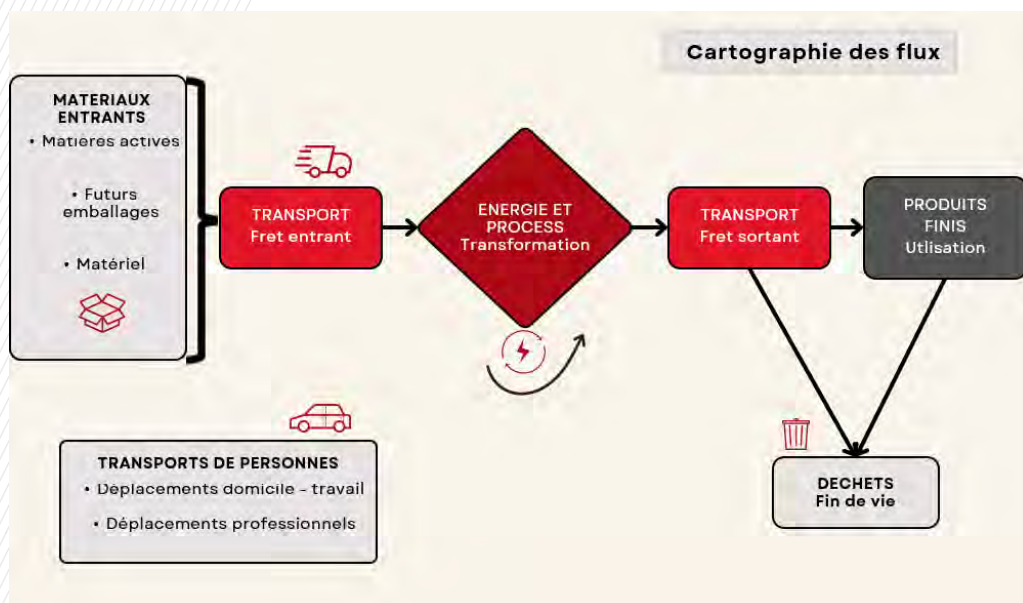
Étape 1 : Analyse du périmètre

Le périmètre organisationnel correspond à l'ensemble des entités de la structure (sites, installations et compétences) prises en compte lors de l'exercice de comptabilité carbone. L'approche est de regarder l'ensemble des activités opérées par l'entreprise. Il peut s'agir de la production, de la logistique, de l'administratif, de la R&D, ou encore de la prospection. Les émissions de l'entreprise seront par la suite évaluées par grandes activités, sous la forme d'une cartographie des flux.

Étape 2 : Cartographie des flux

L'organisation réalise une cartographie des flux par périmètre d'activité en identifiant les sources d'émissions d'énergie, de matières premières, de déchets et de produits entrants et sortants. Les émissions de l'entreprise sont découpées dans différentes catégories dites « postes d'émissions ». La cartographie peut ainsi mettre en avant les liens entre ces postes, les postes prépondérants et où la contrainte carbone est la plus élevée.

La cartographie est une étape clé, à valider en équipe projet, qui servira pour la future stratégie carbone de l'entreprise. En effet, cette cartographie peut faciliter des démarches d'économie circulaire, afin de renforcer sa résilience en réduisant les émissions de l'organisation et de ses parties prenantes, tout en améliorant sa compétitivité.



*Exemple de
cartographie des
flux à adapter selon
l'activité cible
étudiée*



Les grandes étapes d'un Bilan Carbone de structure

Étape 3 : Organisation de la collecte de données

L'organisme doit choisir et utiliser des méthodes de collecte et de quantification réduisant le plus possible l'incertitude et produisant des résultats cohérents. L'on distingue deux méthodes permettant d'obtenir la quantité d'émissions de gaz à effet de serre :

- Soit des mesures directes de l'émission ;
- Soit *via* un modèle de quantification. Ce modèle multiplie la donnée d'activité collectée par l'entreprise par un facteur d'émission. Le facteur d'émission étant une donnée de référence disponible par exemple via la Base Carbone®.



Le plan de transformation

Le véritable défi commence après l'évaluation : il s'agit de transformer les résultats du bilan en actions concrètes pour réduire les émissions de gaz à effet de serre de l'EPL. Cette étape vise à co-construire et proposer des solutions ambitieuses sur la base des postes émetteurs les plus importants, de l'ambition stratégique de l'EPL et des résultats du bilan.

Compréhension et appropriation des résultats du Bilan Carbone

Le partage des résultats du Bilan Carbone avec les employés est une étape cruciale pour impliquer l'ensemble de l'organisation dans la démarche de réduction des émissions de GES. Le partage des résultats du Bilan Carbone avec les employés ne se limite pas à une simple communication d'information, mais vise avant tout à permettre une véritable appropriation des données par l'ensemble du personnel. Cette appropriation est essentielle pour transformer les résultats du Bilan Carbone en actions concrètes.

En communiquant de manière transparente et pédagogique les données issues du bilan, la structure permet à chaque employé de comprendre l'impact de ses activités sur l'environnement. Ce partage doit mettre en évidence les principales sources d'émissions, les défis à relever, et les opportunités de transformation. En faisant des employés des acteurs clés du changement, la structure renforce leur engagement et leur donne les moyens de contribuer activement aux actions de réduction qui seront mises en place.

Ateliers de co-construction du plan de transformation

La construction d'un plan de transformation est un processus dynamique et itératif, permettant une amélioration continue des résultats. Il est essentiel que la démarche de construction soit collaborative et réunisse l'ensemble des services.

En offrant un espace de discussion collectif, ces ateliers de co-construction doivent permettre à l'ensemble des participants de s'approprier les résultats du Bilan Carbone et de faire émerger collectivement des idées d'actions à mener, en mettant en perspective les notions de faisabilité, d'acceptabilité, de coût de mise en œuvre et de coût de l'inaction.

Ces ateliers sont également l'occasion de rappeler l'importance de l'engagement de chacun, à titre individuel et collectif, dans la mise en place du plan de transformation qui se veut être un projet commun, porté par l'ensemble des collaborateurs.



Le plan de transformation

Identification et hiérarchisation des leviers d'actions pour la structure

Le plan de transformation doit faire écho aux leviers principaux mis en exergue par les résultats du Bilan Carbone. Chaque levier est ainsi associé à un « coût carbone » qui permettra d'estimer l'impact des actions mises en œuvre sur le bilan global de la structure.

Au regard de l'activité de la structure, le Bilan Carbone peut identifier des leviers d'actions indirects, ne dépendant pas de la vie interne (mobilité des employés, parc de véhicules de fonction, dépenses énergétiques des bureaux, etc..) mais des activités de l'EPL (choix des matériaux de constructions, aménagements favorables aux mobilités alternatives à l'échelle du projet, approvisionnement énergétique, etc.). Ces leviers sont souvent ceux dont le coût carbone est le plus important. Il est alors essentiel de se questionner sur les manières d'actionner ces leviers indirects, notamment à travers les exigences inscrites dans les cahiers des charges, les relations avec les prestataires extérieures ou la sensibilisation des clients.

La hiérarchisation des leviers d'actions est une étape cruciale pour transformer les idées générées lors des ateliers de co-construction en un plan de transformation concret et efficace. Cette étape permet de sélectionner, prioriser, et planifier les actions qui auront le plus d'impact en termes de réduction des émissions de carbone, tout en étant réalisables pour l'entreprise.

Chaque action peut ainsi être évaluée selon :

- Son impact sur les émissions de carbone en fonction du poids carbone des différents leviers (par exemple, l'électrification des véhicules de la structure peut avoir un impact élevé si le transport représente une part importante des émissions) ;
- Sa faisabilité technique ;
- Le coût de sa mise en œuvre et le coût de l'inaction ;
- Le temps de mise en œuvre, en différenciant des actions à initier à court terme (dans l'année qui suit le Bilan Carbone) et à plus long terme ;
- L'acceptabilité sociale et organisationnelle, en considérant comment les différentes parties prenantes perçoivent chaque action (une action fortement soutenue par les employés étant plus susceptible de réussir).

La co-construction d'un plan de transformation est également l'occasion d'initier une dynamique vertueuse en ne se limitant pas aux actions ayant un impact sur les émissions de gaz à effet de serre. Le tri des déchets peut ainsi être mis en avant lors des ateliers de co-construction, non pas pour sa capacité à diminuer les émissions de CO₂, mais pour optimiser la gestion des ressources.



Le plan de transformation

Plan d'amélioration et ouverture sur les activités / projets

La réduction des émissions de CO₂ dans un projet d'aménagement est un enjeu central pour réduire le Bilan Carbone d'une structure.

Dès la phase de conception, il est crucial d'intégrer des critères de durabilité en choisissant des matériaux à faible empreinte carbone, comme ceux recyclés ou locaux, et en optimisant la conception pour réduire les besoins en énergie. L'efficacité énergétique des bâtiments, par exemple, peut être améliorée par l'utilisation d'énergies renouvelables, une isolation performante, et des systèmes de gestion intelligente de l'énergie.

Par ailleurs, la planification du transport et des infrastructures doit favoriser des modes de déplacement durables, tels que les transports en commun, le covoiturage, ou les pistes cyclables, afin de limiter les émissions liées à la mobilité.

Aussi, au regard du poids carbone de ces choix, il peut être opportun de quantifier spécifiquement certains projets, afin d'affiner le Bilan Carbone d'une structure. Une étude de quantification peut être menée sur un projet ou un choix d'aménagement (l'utilisation d'un matériau particulier par exemple).

03

La conception de projets bas carbone



Contexte : la Feuille de route de décarbonation de l'aménagement

La Feuille de route de décarbonation de l'aménagement est le fruit d'un an de travail collectif impliquant les principaux acteurs publics et privés de l'aménagement.

Elle a été réalisée au titre de l'article 301 de la loi Climat et Résilience (« Au plus tard le 1^{er} janvier 2023, pour chaque secteur fortement émetteur de gaz à effet de serre, une feuille de route est établie conjointement par les représentants des filières économiques, le gouvernement et les représentant des collectivités territoriales pour les secteurs dans lesquels ils exercent une compétence. ») et a été validée par le ministère de la Transition écologique en mai 2023.

Cette feuille de route comporte :

- Une conceptualisation de la chaîne de valeur de l'aménagement (avec 5 maillons : « planifier », « gérer le foncier et l'immobilier », « réaliser », « exploiter », « habiter »).
- Un inventaire des émissions de GES associées (avec leurs poids respectifs), à savoir :
 - Les émissions dues à l'acte d'aménager, qui comprennent la destruction de la capacité et de stockage carbone dans les sols provoquée par l'artificialisation, les émissions dues à la production et au transport des matériaux et équipements, ou encore les émissions des engins de chantier.
 - Les émissions induites par l'usage des aménagements, appelé « socle territorial », comme celles liées au transport des biens et des personnes ou celles liées aux usages des bâtiments, de la voirie, etc.
- Une proposition de six leviers de décarbonation de l'aménagement.

Les six leviers de décarbonation de l'aménagement proposés par la FDR

- Levier n°1 : Connaître, quantifier, spatialiser les émissions de gaz à effet de serre dans l'aménagement et définir les trajectoires territoriales de décarbonation
- Levier n°2 : Optimiser l'usage des secteurs urbanisés et renouveler les tissus urbains pour réduire les émissions de gaz à effet de serre
- Levier n°3 : Faire de l'action publique foncière une action stratégique pour la décarbonation des territoires
- Levier n°4 : Développer et sanctuariser les puits de carbone
- Levier n°5 : Être moins mobile et mieux mobile
- Levier n°6 : Réduire les émissions de CO₂ dès l'acte d'aménager et anticiper la gestion décarbonée (cf. notamment la stratégie énergétique)



Recommandations pratiques pour les aménageurs

Périmètre concerné : type de projets et taille des projets

Nature des projets : projets d'aménagement et/ou de rénovation urbaine.

A noter : dans le présent guide, nous utilisons généralement l'expression « projet d'aménagement », mais elle inclut systématiquement les projets de rénovation urbaine et les projets mixtes construction neuve/rénovation, qui représentent la majorité des projets.

Usages et fonctions : quartiers à usages résidentiel et/ou tertiaire et/ou d'activités.

Taille : de l'îlot (5 à 10 bâtiments) à un ou plusieurs quartiers (plusieurs centaines de bâtiments). C'est en effet la bonne dimension pour prendre en compte les nombreuses interactions et synergies entre les bâtiments d'un même quartier.

Types de systèmes énergétiques : systèmes énergétiques centralisés (réseaux) ou décentralisés (boucle d'eau tempérée par exemple ou autoconsommation collective électrique).

Périmètre technique pris en compte pour l'énergie : prise en compte des flux énergétiques (production/ consommation) relatifs aux bâtiments, mais également à l'ensemble du périmètre urbain incluant éclairage public, ombrières PV, IRVE, etc.



Recommandations pratiques pour les aménageurs

Trois principes clés : tout mesurer, considérer l'exhaustivité des solutions, optimiser les choix

Tout mesurer

Passer d'une approche souvent qualitative ou à dires d'expert, à une approche consistant à mesurer, c'est-à-dire **quantifier précisément les impacts énergie & carbone** des différentes variantes d'un projet afin d'éclairer la décision.

Cette mesure doit **prendre en compte toutes les composantes du projet** (énergie, mobilité, matériaux, eau, déchets, sols, phase chantier, etc.) et d'autre part **évaluer les impacts en analyse de cycle de vie (ACV) via un outil « ACV quartier »** (à l'instar de l'« ACV bâtiment »), selon la méthode de référence « Quartier Energie Carbone » promue par l'ADEME.

Considérer l'exhaustivité des solutions

Il est important de considérer, sans a priori, l'ensemble des solutions possibles, en particulier dans le domaine de l'énergie : tous les gisements d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R), tous les types de réseaux chaleur/froid/électricité/gaz, tous les types de stockage électriques/thermiques, et différents niveaux de performances énergétiques des bâtiments à construire ou rénover.

Optimiser les choix

- A l'occasion du Bilan Carbone du projet, identifier les leviers d'action les plus efficaces pour réduire son impact carbone.
- Optimiser le mix énergétique pour répondre aux besoins énergétiques du quartier sur la base de critères techniques, pourcentage d'EnR&R, taux d'autoconsommation/autoproduction, et économiques.
- Optimiser la stratégie énergétique globale du quartier en comparant de nombreuses variantes en termes de performances des bâtiments, réseaux, stockages et unités de production, sur la base d'un outil précis de simulation énergétique dynamique à l'échelle du quartier ou « SED Quartier » (à l'instar des outils de « SED bâtiments »).



Recommandations pratiques pour les aménageurs

Transparence avec les parties prenantes

L'évaluation de l'impact énergie & carbone des projets repose sur des concepts techniques complexes, aujourd'hui non maîtrisés par la plupart des parties prenantes, et parfois contre-intuitifs. C'est pourquoi il est très important de rechercher un maximum de transparence sur les hypothèses de calcul, et de pédagogie sur les résultats, en vue d'une aide à la décision efficace.

S'agissant du Bilan Carbone des projets

Il existe depuis 2022 une méthode nationale de référence : la méthode « Quartier Energie Carbone », développée par le CSTB, Efficacity et de nombreux autres partenaires experts de l'évaluation carbone (HQE, BBCA, Effinergie, Certivea, etc.) et promue par l'ADEME. En parallèle, son logiciel d'application UrbanPrint a été développé par le CSTB et Efficacity avec le soutien de l'ADEME et de la DGALN. Les modèles et les hypothèses de calcul d'UrbanPrint sont détaillés dans le guide de l'ADEME « [Quartier Energie Carbone : description et implémentation de la méthode](#) ».

La décision de développer une méthode de référence a été prise dès 2018, face à la multiplication des « calelottes carbone » utilisées par les bureaux d'études et aménageurs sans aucune base méthodologique commune. Cela gênait fortement une analyse consolidée et un retour d'expérience à l'échelle nationale, rendait impossible toute comparaison entre projets, et pouvait faciliter un potentiel « greenwashing » par certains acteurs (à titre d'exemple, on a pu voir des projets s'afficher comme « projets zéro-carbone »).

Sur la base de cette méthode de référence, il va être possible de capitaliser au niveau national sur un grand nombre de Bilans Carbone au travers du futur Observatoire Quartier Energie Carbone qui sera mis en place en 2025 sous l'égide de la DGALN et de l'ADEME, avec pour objectif de partager des retours d'expérience de manière transparente et de faire monter en compétence l'ensemble de la filière d'aménagement.

S'agissant de la stratégie énergétique des projets

La technicité du sujet et l'asymétrie de compétences entre, d'une part, les maîtres d'ouvrage aménageurs et collectivités et, d'autre part, les professionnels de l'énergie ingénieries et opérateurs, rendent la transparence et la pédagogie tout aussi essentielles que pour le Bilan Carbone.

De même que pour le Bilan Carbone, le CSTB et Efficacity ont été développés depuis 2018 deux logiciels qui permettent d'optimiser le mix énergétique (EnergyMapper) et plus globalement la stratégie énergétique d'un projet (PowerDIS). Au travers de l'interface de ces logiciels, tous les paramètres d'entrée apparaissent explicitement. Sont également fournies toutes les hypothèses de calcul qui sont systématiquement validées avec l'aménageur ou la collectivité, ainsi que toutes les données calculées en vue des résultats finaux.



Recommandations pratiques pour les aménageurs

Suivi et contractualisation des performances

Concevoir des projets à faible impact énergie & carbone est crucial, mais il faut aussi faire en sorte que les performances du quartier en phase d'exploitation soient les plus proches possibles des performances prévues en phase de conception.

Or, diverses publications de l'ADEME (voir par exemple le rapport « [Retours d'expériences sur les îlots et quartiers à énergie positive](#) ») pointent régulièrement les écarts importants entre les consommations d'énergie en conception et exploitation, à l'échelle des bâtiments et à l'échelle des quartiers.

D'où la nécessité de :

- Contractualiser les performances avec l'opérateur énergétique sur la base d'indicateurs précis ;
- Suivre le bon déroulement des travaux et des réceptions des bâtiments et des réseaux, au travers d'un processus de commissionnement rigoureux ;
- Mesurer les consommations en phase d'exploitation, au travers d'un processus dit de « mesure et vérification » rigoureux.

Conscients de cet enjeu, Efficacity et le CSTB, avec l'appui du Cerema, ont développé depuis 2020 un dispositif technique et juridique complet appelé « Contrat de performance énergétique à l'échelle quartier » ou « CPE Quartier » qui inclut :

- La simulation énergétique dynamique du quartier permettant de définir les objectifs à atteindre et les responsabilités des différentes parties ;
- Des méthodes de commissionnement des bâtiments et des réseaux ;
- Des méthodes de mesure et vérification (M&V) des performances des bâtiments et des réseaux en phase d'exploitation.

Le dispositif du CPE existe depuis trente ans à l'échelle d'un bâtiment ou d'un groupe de bâtiments, mais jamais il n'a pu être déployé à l'échelle d'un quartier. Grâce à l'émergence récente d'un logiciel de SED Quartier (PowerDIS) et au travail méthodologique et juridique réalisé au cours des dernières années, il va être possible d'expérimenter le CPE Quartier à partir de 2025 avec des collectivités et aménageurs volontaires.



Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB – Mesurer et réduire l'impact carbone d'un projet grâce à UrbanPrint

Méthodologie

Les fonctionnalités

Dès les premières phases de conception, c'est-à-dire dès que l'on dispose d'une première hypothèse de plan masse, il est possible de réaliser le Bilan Carbone du projet mais surtout d'identifier les leviers d'action les plus efficaces pour réduire son impact carbone. Ce sont là les deux grandes fonctionnalités de la méthode Quartier Energie Carbone, mise en œuvre via le logiciel UrbanPrint. Ce travail peut ensuite, au cas par cas, être actualisé à chaque étape clé de la phase de conception.

Bilan carbone des projets d'aménagement en phase de conception

UrbanPrint



QUARTIER
ENERGIE
CARBONE
Méthode de conception



Projet à évaluer : défini par l'utilisateur avec l'activation de 1ers leviers



Projet de référence : calculé par l'outil avec même localisation, même programme et même forme urbaine que le projet, mais avec des niveaux de performance «business as usual» ou respectant le minimum réglementaire (RE2020)

→ Mesurer l'impact carbone du projet

- Calcul selon la **méthode ADEME « Quartier Energie Carbone »** (méthode publique) : évaluation en ACV (EN 15804) ; évaluation de toutes les composantes du projet.
- **« Score carbone »** = ratio entre les émissions de CO2eq du projet et celles du **projet de référence**.

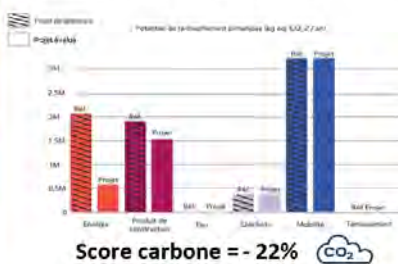


Figure 1

→ Identifier les meilleurs leviers d'action

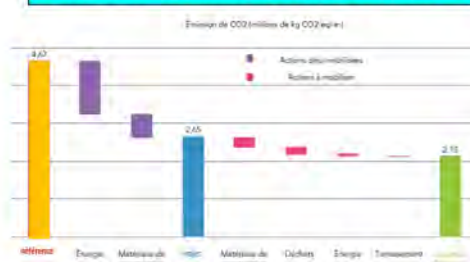


Figure 2

Présentation schématique des deux fonctionnalités



Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB – Mesurer et réduire l'impact carbone d'un projet grâce à UrbanPrint

Les indicateurs

La performance énergie-carbone au sein de la méthode Quartier Energie Carbone est évaluée à travers différents indicateurs parmi lesquels :

- Les « **score énergie** » et « **score carbone** », qui permettent de situer les performances du projet étudié par rapport à une référence définie par la méthode et adaptée au contexte, puisqu'il s'agit du même projet (même localisation, même programme et même forme urbaine) auquel on applique des niveaux de performance « business as usual », des matériaux classiques (béton, acier), une performance énergétique au minimum réglementaire (RT2012 puis RE2020), etc. Ces scores peuvent être facilement visualisés avec un histogramme montrant la contribution des principales composantes du projet (cf. figure 1 de la présentation schématique des deux fonctionnalités).
- « **L'atteinte du potentiel** », qui permet d'identifier, grâce à la génération et l'analyse de plusieurs centaines de simulations, les leviers d'action pouvant encore être mobilisés et leur impact carbone (ce qui permet de connaître le « scénario optimal ») et donc d'évaluer l'effort déjà accompli pour atteindre ce potentiel maximal de décarbonation. Cette analyse fournit également une aide à la décision très précieuse pour améliorer encore la performance carbone du projet, ce que ne permet aucune calcullette carbone (cf. figure 2 de la présentation schématique des deux fonctionnalités) où l'atteinte du potentiel est déjà de 80% suite aux premières décisions prises en matière d'énergie et de matériaux, avec encore deux principaux leviers d'action (matériaux de construction et déchets) pouvant réduire l'impact carbone du projet.
- **L'empreinte carbone totale d'un futur habitant du quartier**, exprimée en kgCO₂e/habitant/an, permet de valoriser à la fois les actions relevant de l'aménageur et les autres actions liées à la vie des usagers du quartier telles que les achats de biens de consommation, l'alimentation, etc., et permet de situer le quartier par rapport à l'objectif 2050 de 2 tonnes /habitant/an.

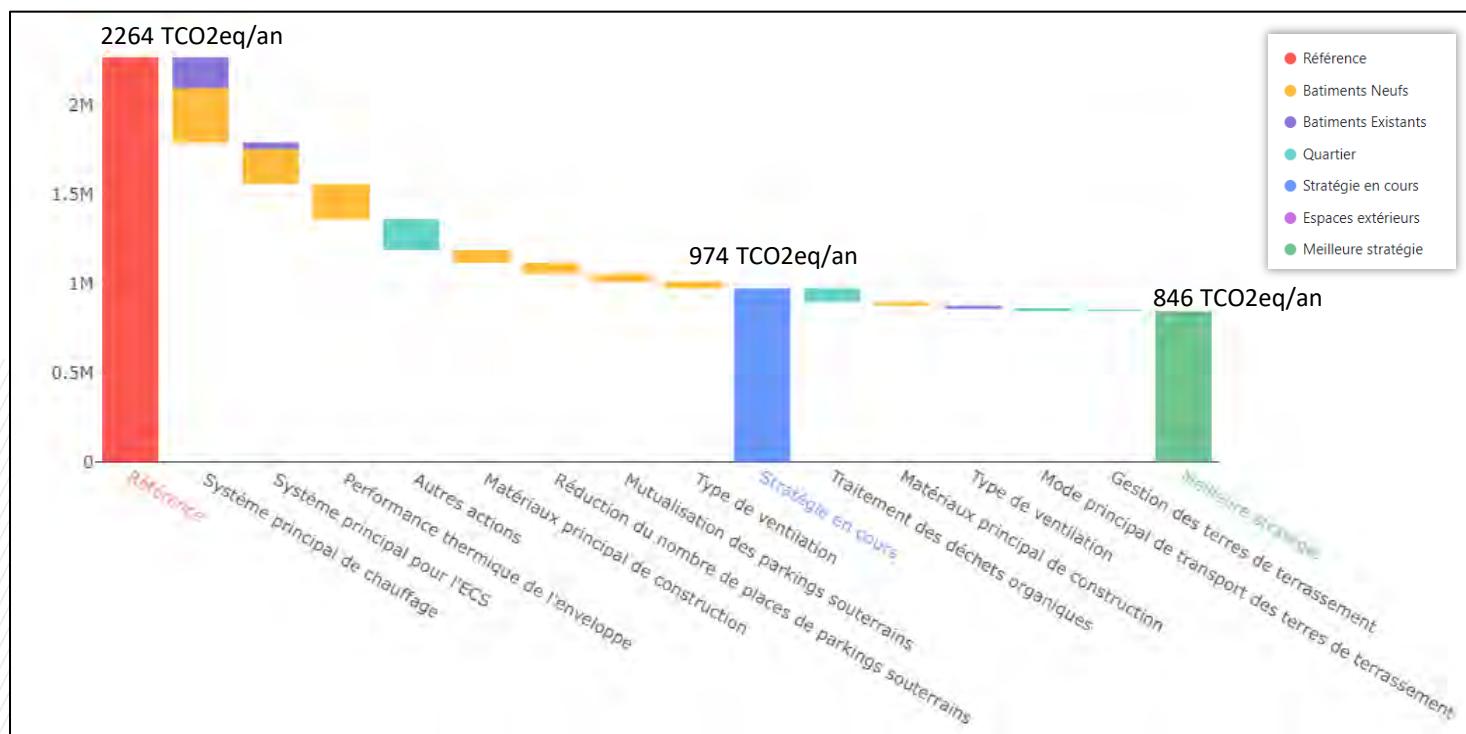
Liens avec les labels

- **Label Ecoquartier** : au travers de la dernière circulaire Ecoquartier de mars 2023, la DHUP encourage très fortement tous les écoprojets (écoquartiers en phase de conception) à utiliser la méthode Quartier Energie Carbone et son logiciel UrbanPrint, et précise qu'une subvention est mise en place.
- **Label BBCA Quartier** : ce label est sorti après une phase de test en mai 2024 et ses indicateurs sont calculés directement à partir de la méthode Quartier Energie Carbone et son logiciel UrbanPrint.



Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB – Mesurer et réduire l'impact carbone d'un projet grâce à UrbanPrint

Cas pratique n°1 : Projet Saint-Vincent-de-Paul (75) – Paris & Métropole Aménagement
Identification des leviers d'action



Actions prioritaires pour passer du projet à évaluer
à la « meilleure stratégie »

- 1 **Traitement des déchets organiques :**
Utilisation d'une plateforme de compostage.
- 2 **Matériau principal de construction :**
Biosourcé.
- 3 **Type de ventilation :** Ventilation mécanique double flux.
- 4 **Mode principal de transport des terres de terrassement :** Alternatif.
- 5 **Gestion des terres de terrassement :**
Réemploi de terres in-situ (100%)

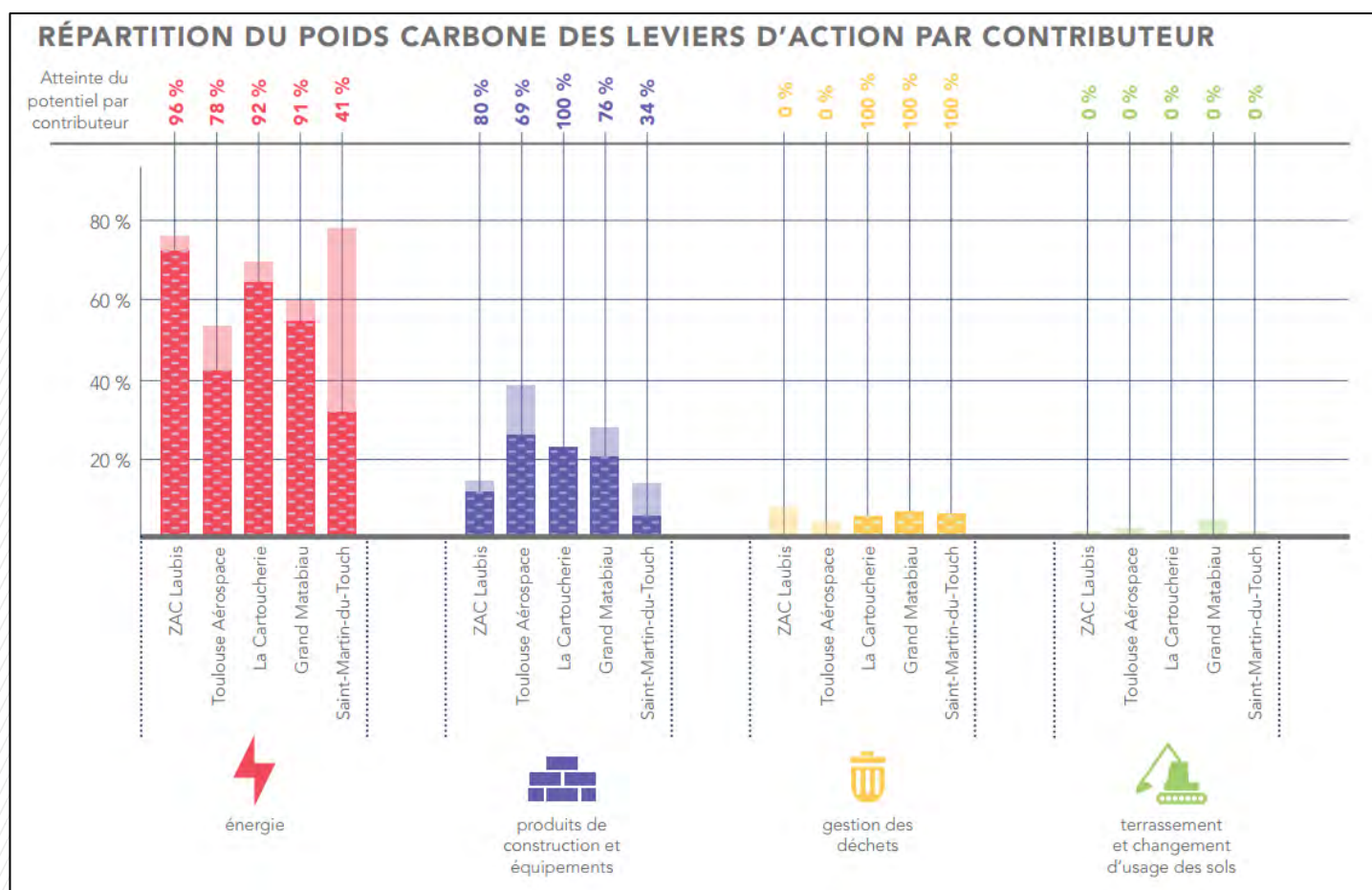
UrbanPrint montre que la stratégie actuelle (en bleu) est proche de la stratégie optimale (en vert) avec une « **atteinte du potentiel** » (meilleure stratégie) de 91%. La performance actuelle est due à l'énergie de chauffage et ECS (récupération de chaleur industrielle et RCU), à l'absence d'utilisation de froid, à la performance thermique de l'enveloppe des bâtiments et aux matériaux mixtes bois-béton utilisés. Pour aller plus loin, UrbanPrint recommande d'agir par ordre de priorité sur les déchets, les matériaux et la ventilation.



Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB – Mesurer et réduire l'impact carbone d'un projet grâce à UrbanPrint

Cas pratique n°2 : Opérations toulousaines (31) – Oppidea Europolia
Comparaison de cinq opérations

Sur un ensemble de cinq opérations d'Oppidea Europolia, UrbanPrint a permis de visualiser la répartition du poids carbone des leviers d'action par contributeur.



Pour tous les projets, le contributeur « énergie » présente le plus gros potentiel de réduction des émissions. Il est suivi par le contributeur « produits de construction » puis « gestion des déchets ».

Pour chaque projet et chaque contributeur, le potentiel d'amélioration est indiqué précisément.

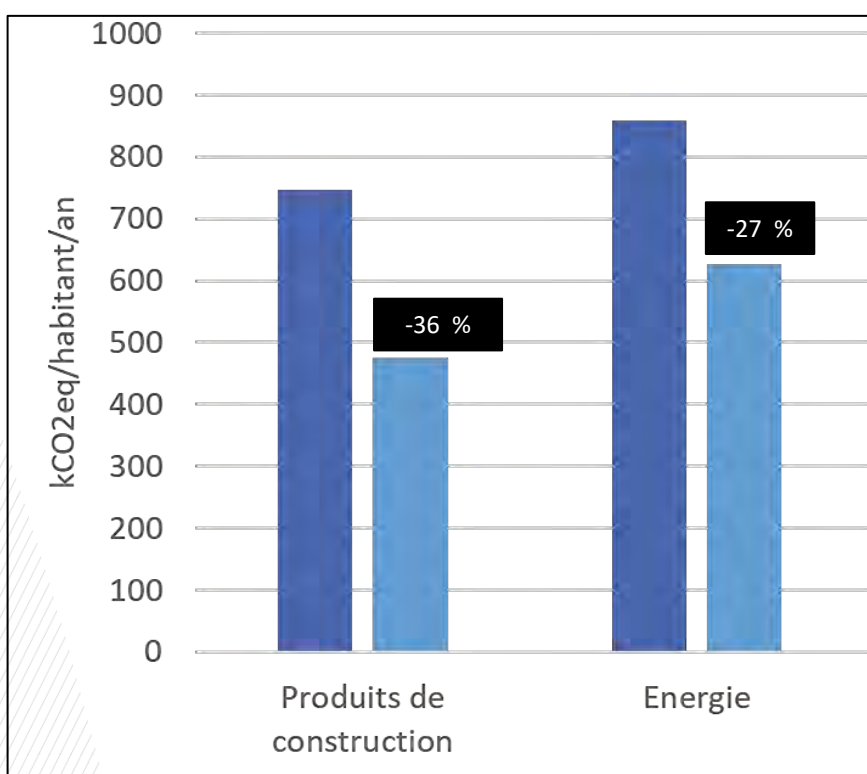


Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB – Mesurer et réduire l'impact carbone d'un projet grâce à UrbanPrint

Cas pratique n°3 : ZAC Maison Neuve (44) – Loire Atlantique Développement *Maison individuelle vs logement collectif*

La demande de l'aménageur de la ZAC Maison Neuve, à Guérande, était de fournir une preuve « chiffrée » de l'intérêt d'un bâtiment collectif par rapport à des maisons individuelles.

UrbanPrint a permis de comparer l'impact carbone moyen des maisons individuelles du quartier (en bleu foncé) à celui de ses logements collectifs (en bleu clair), avec les mêmes systèmes constructifs et énergétiques.



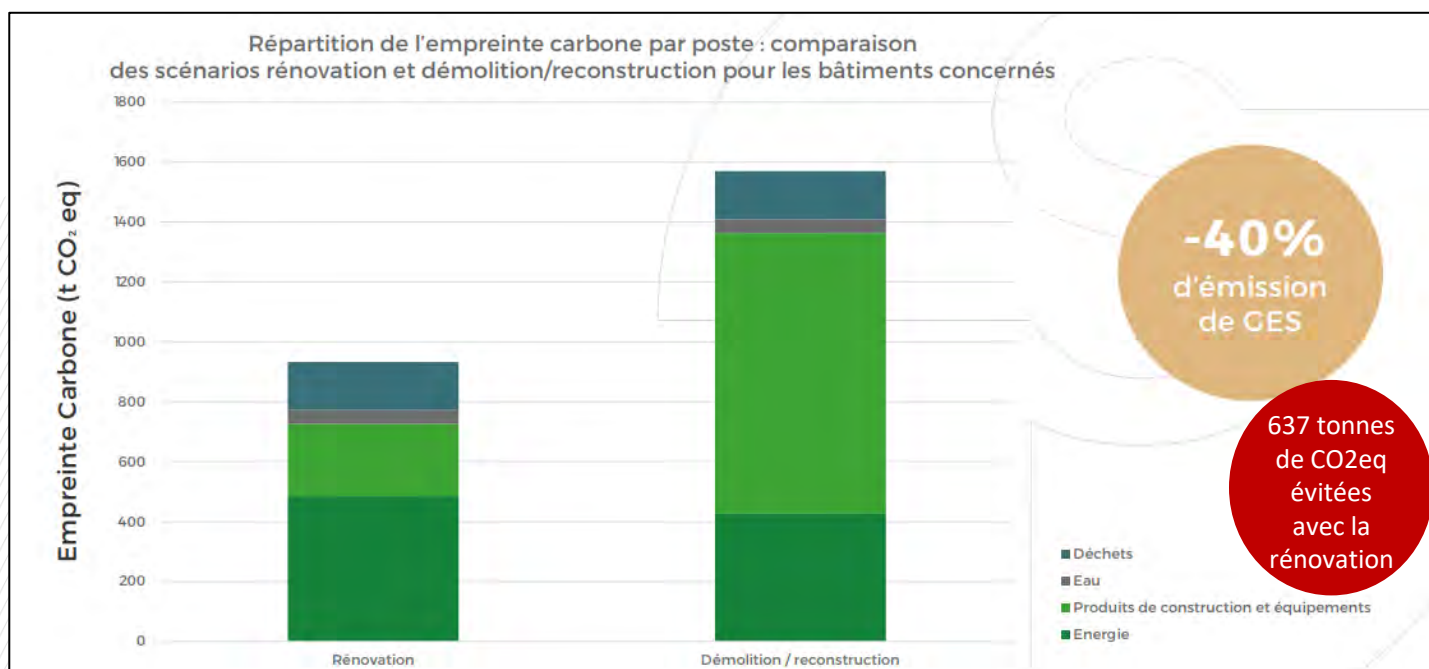
Dans ce cas particulier de la ZAC Maison Neuve, habiter dans un logement collectif plutôt que dans une maison individuelle permet de diminuer l'empreinte carbone par habitant de 22% sur l'ensemble des contributeurs (énergie, produits de construction et équipements, gestion de l'eau, gestion des déchets, mobilité et chantier).



Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB – Mesurer et réduire l'impact carbone d'un projet grâce à UrbanPrint

Écoquartier du Bel-Air (78) – Saint-Germain-en-Laye
Rénovation vs démolition/reconstruction

Pour l'ÉcoQuartier du Bel-Air, UrbanPrint a permis de comparer l'impact des rénovations entreprises sur le quartier entre 2015 et 2023, à l'impact du scénario où les bâtiments auraient été démolis et reconstruits à neuf (à programme et volumes identiques et respectant les normes en vigueur au moment de la construction).



Dans ce cas particulier, UrbanPrint a montré que le scénario de rénovation émet 40% d'émissions de GES de moins que le scénario de démolition /reconstruction.



Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB – Optimiser la stratégie énergétique d'un projet d'aménagement grâce à EnergyMapper et PowerDIS

Méthodologie

L'optimisation de la stratégie énergétique d'un projet d'aménagement, qui vise à la fois la sobriété énergétique des bâtiments et des usages, l'efficacité des systèmes énergétiques, et la maximisation du taux d'EnR&R, inclut plusieurs étapes.

En phase d'études d'opportunité : utilisation du logiciel EnergyMapper

Etape 1 : identifier et quantifier dynamiquement et de façon exhaustive tous les gisements EnR&R au sein du périmètre du projet et à proximité (généralement quelques kilomètres autour en fonction des gisements disponibles et des infrastructures énergétiques existantes). Les gisements à prendre en compte sont le solaire photovoltaïque (PV) pour les besoins électriques ainsi que, pour les besoins thermiques, les différentes géothermies, la biomasse bois-énergie, le solaire thermique, les différents types de biogaz, les différents types de chaleur fatale urbaine (UVE, STEU, entrepôts frigorifiques et datacenters) et industrielle.

Etape 2 : optimiser le mix énergétique du projet dès que la programmation est arrêtée, donc en phase très amont, c'est-à-dire :

- Présélectionner les gisements énergétiques thermiques qui maximisent le taux d'EnR&R au moindre coût global actualisé de l'énergie thermique. L'optimisation du mix énergétique thermique se fait dans le cadre d'une valorisation des gisements sur un réseau de chaleur et/ou de froid, aussi bien pour une création qu'une extension/densification.
- Présélectionner les scénarios photovoltaïques (en fonction des bâtiments et parkings choisis) avec ou sans stockage (batteries) selon trois options : le dimensionnement (surfaces installées) qui garantit le meilleur coût global actualisé de l'électricité, le dimensionnement donnant le meilleur taux d'autoconsommation et le dimensionnement donnant le meilleur taux d'autoproduction.

En phase d'études de faisabilité : utilisation du logiciel PowerDIS

Etape 3 : Modéliser les besoins énergétiques des bâtiments dès que le plan masse (ou une hypothèse de plan masse) est arrêté. Ce travail doit inclure le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la climatisation, ainsi que l'électricité spécifique, et être fait de manière suffisamment fine et dynamique (i.e. au pas de temps horaire sur une année).



Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB – Optimiser la stratégie énergétique d'un projet d'aménagement grâce à EnergyMapper et PowerDIS

Il s'agit ensuite de comparer de très nombreuses stratégies énergétiques à l'échelle du quartier sur la base des gisements d'EnR&R présélectionnés avec EnergyMapper, et en prenant en compte l'ensemble des composantes du projet :

- Performances thermiques et usages des bâtiments ;
- Dimensionnement des unités de production d'énergies thermique et électrique ;
- Dimensionnement, si pertinent, des réseaux thermiques ;
- Dimensionnement de dispositifs de stockage (batteries) dans le cadre de production photovoltaïque en prenant en compte toutes les sources de consommations électriques (bâtiments, systèmes énergétiques, IRVE, l'éclairage public, etc.). La prise en compte de toutes ces sources et une évaluation plus poussée des bâtiments pouvant accueillir du PV, améliorent la précision du dimensionnement de la production PV et des batteries par rapport au prédimensionnement proposé par EnergyMapper.

Après utilisation des logiciels EnergyMapper et PowerDIS, il est alors possible de sélectionner les meilleurs scénarios énergétiques au travers d'une analyse multicritères énergie-carbone et coût.

À noter : Cette simulation énergétique dynamique à l'échelle du quartier permet d'obtenir une grande fiabilité des résultats, et de capter les différentes dynamiques et synergies entre les bâtiments et avec les systèmes énergétiques. C'est la principale nouveauté de PowerDIS par rapport aux outils de simulation existants au niveau français et européen : pouvoir simuler dynamiquement l'ensemble des composantes du quartier (unités de production, réseaux, stockages thermique et électrique, bâtiments) et l'ensemble des vecteurs énergétiques (chaleur/froid, électricité et gaz).

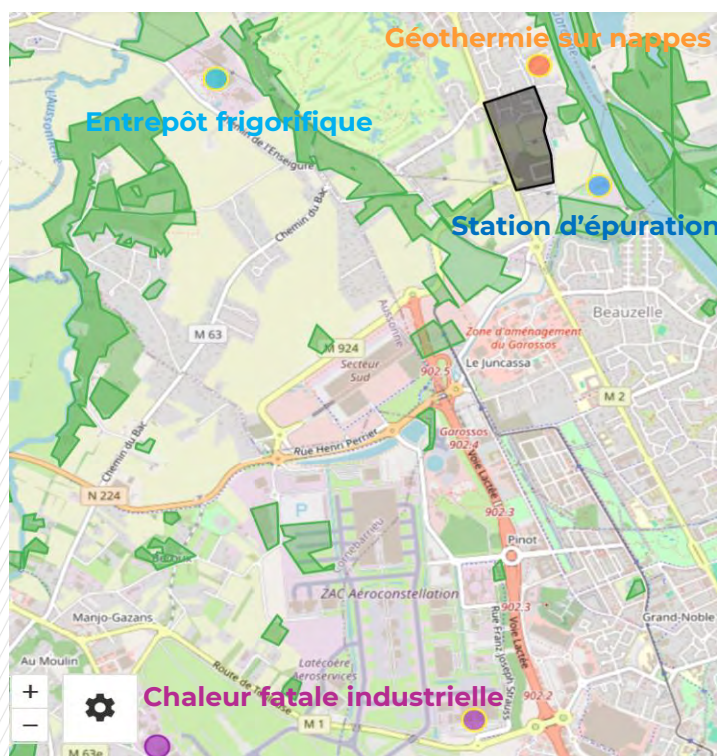


Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB – Optimiser la stratégie énergétique d'un projet d'aménagement grâce à EnergyMapper et PowerDIS

Cas pratique n°1 : Utilisation d'EnergyMapper pour une étude d'optimisation du mix énergétique thermique sur l'écoquartier de Seilh à Toulouse

NB : ce cas d'application est présenté à titre illustratif et pédagogique uniquement et n'engage pas la collectivité

Identification exhaustive de tous les gisements EnR&R sur un territoire et quantification du potentiel disponible de chaque gisement



Identification des gisements EnR&R thermiques sur un territoire, exemple de l'écoquartier de Seilh à Toulouse.

La figure ci-contre montre les gisements EnR&R thermiques identifiés autour de l'écoquartier (surface colorée en noir).

Ce quartier neuf est composé de 43707 m² de logements collectifs et de 600 m² de bureaux.

L'utilisation d'EnergyMapper a permis d'identifier et quantifier différentes sources énergétiques :

- La géothermie sur nappes,
- Du solaire thermique ;
- Une station d'épuration ;
- Un entrepôt frigorifique ;
- Et une source de chaleur fatale industrielle.

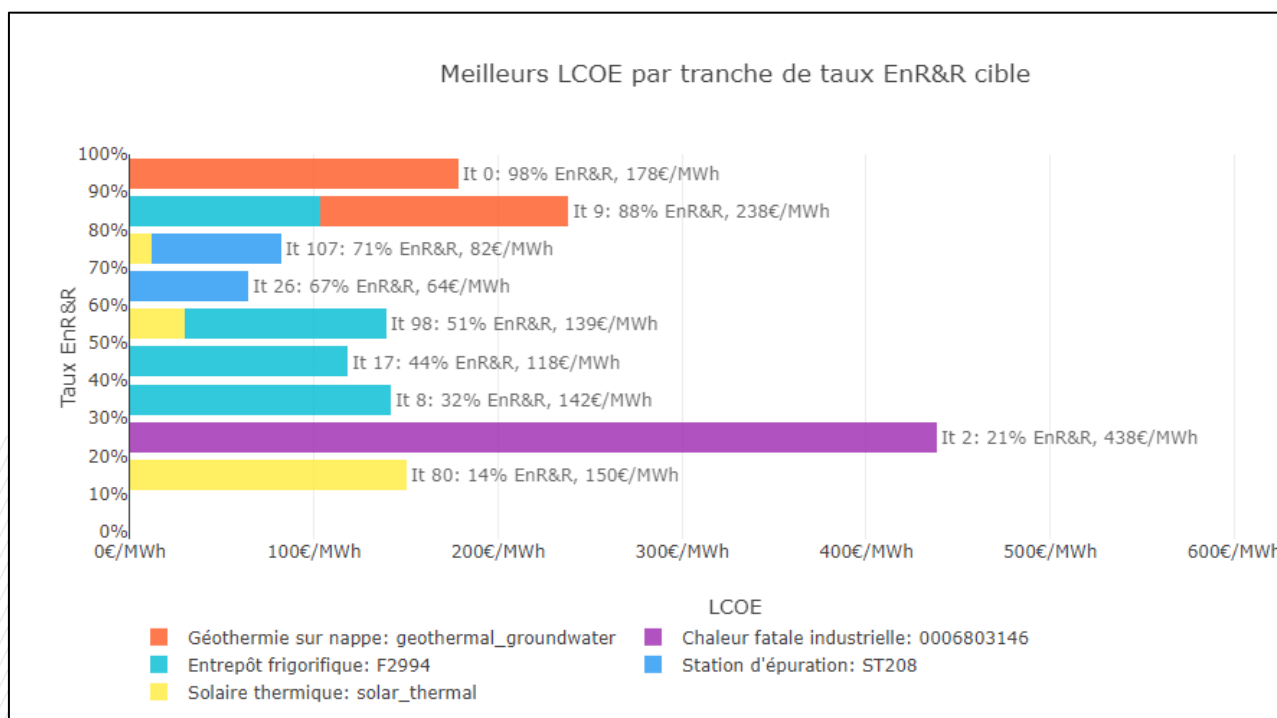
La biomasse bois-énergie (surfaces colorées en vert) n'a pas été étudiée en raison du potentiel extrêmement faible.

Présélection des gisements EnR&R thermiques permettant d'optimiser le mix énergétique d'un projet d'aménagement

A partir de la programmation du projet, les besoins énergétiques dynamiques des bâtiments ont été évalués grâce à EnergyMapper, notamment les besoins de chauffage. Ces besoins ont été estimés à 1480 MWh/an. L'utilisation de l'algorithme d'optimisation d'EnergyMapper a ensuite permis de sélectionner les meilleurs mix énergétiques thermiques pour une valorisation sur un réseau de chaleur.



Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB
– Optimiser la stratégie énergétique d'un projet
d'aménagement grâce à EnergyMapper et PowerDIS



Mix énergétiques thermiques optimisés pour une valorisation sur réseau de chaleur, exemple de l'écoquartier de Seilh à Toulouse.

Les résultats de la simulation présentés sur la figure ci-dessus, indiquent par tranche de 10% de taux de pénétration EnR&R le mix énergétique qui minimise le coût global actualisé de l'énergie thermique. On identifie rapidement les deux mix énergétiques les plus intéressants (avec un coût de l'énergie inférieur au seuil recommandé par l'ADEME pour du chauffage collectif < 120 €/MWh, ce qui élimine les deux mix ayant un taux d'EnR&R supérieur à 80%) :

- Un mix basé uniquement sur la valorisation de la chaleur fatale des entrepôts frigorifiques (avec une pompe à chaleur), qui assure un taux de pénétration d'EnR&R à 67% et un prix de l'énergie à 64 Euros/MWh, avec un taux de couverture de 98%.
- Un autre mix basé sur la valorisation de la chaleur fatale des entrepôt frigorifique (86% avec une PAC) et du solaire thermique (14% avec des panneaux solaires thermiques) qui donne un meilleur taux de pénétration EnR&R (71%), un même taux de couverture mais un prix de l'énergie légèrement plus élevé (82 Euros/MWh).



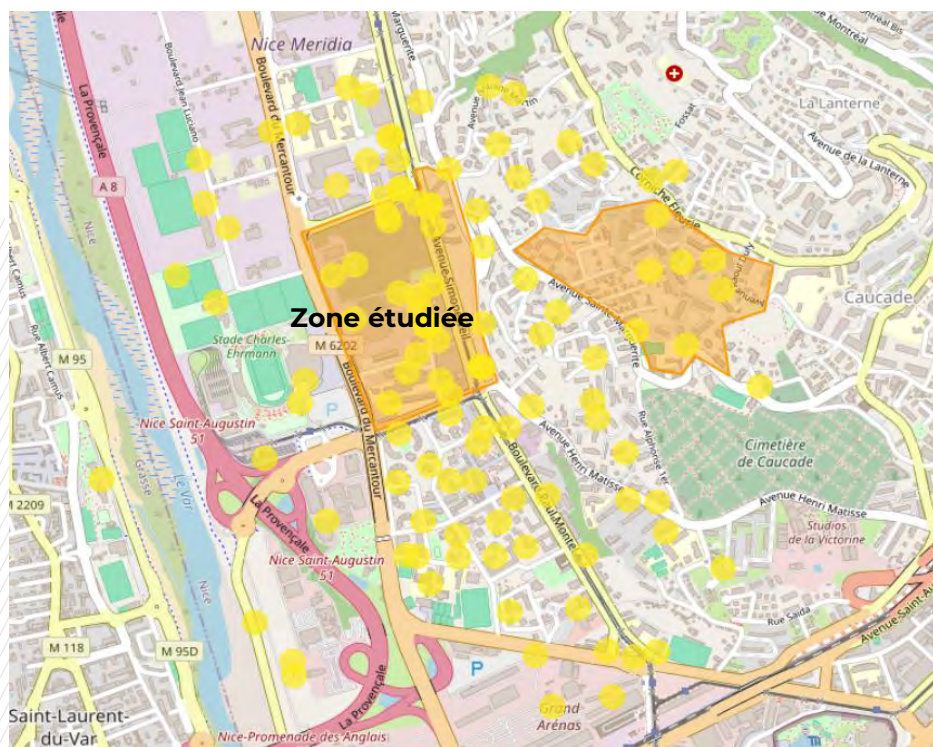
Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB – Optimiser la stratégie énergétique d'un projet d'aménagement grâce à EnergyMapper et PowerDIS

Cas pratique n°2 : Utilisation d'EnergyMapper pour une étude d'optimisation de la production PV sur l'écoquartier de Meridia à Nice

NB : ce cas d'application est présenté à titre illustratif et pédagogique uniquement et n'engage pas la collectivité

Identification et quantification du gisement photovoltaïque sur un projet d'aménagement

La figure ci-dessous montre la zone d'étude sur l'écoquartier de Meridia à Nice. Ce quartier est composé de 195 000 m² de logements collectifs et de 130 000 m² de bureaux. L'utilisation d'EnergyMapper a permis d'identifier et quantifier le potentiel de production PV (au pas de temps horaire sur une année) en faisant l'hypothèse que tous les toits se trouvant dans la zone étudiée pouvaient accueillir des modules PV.



*Exemple de l'écoquartier Meridia à Nice.
L'écoquartier correspond aux deux zones colorées en orange.
La zone étudiée est celle de gauche. Les cercles jaunes
représentent les postes source.*



Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB – Optimiser la stratégie énergétique d'un projet d'aménagement grâce à EnergyMapper et PowerDIS

Présélection des scénarios photovoltaïques optimisés

Les consommations d'électricité spécifique des bâtiments ont été évaluées : les bâtiments de logements collectifs représentent 42% de ces consommations, les 58% restant étant consommés par les bâtiments de bureaux. Les calculs montrent que la part des besoins correspondant en moyenne aux créneaux horaires de production PV (soit entre 10h et 18h) s'élève à 47%.

Les résultats de la simulation ont permis d'identifier trois scénarios optimisés :

- Le scénario correspondant au dimensionnement (surfaces installées) qui garantit le **meilleur coût global actualisé de l'électricité (LCOE)**, soit 84 Euros/MWh pour un taux d'autoconsommation de 100%, un taux d'autoproduction de 6% et un **taux moyen de couverture des toits de 18%**.
- Le scénario correspondant au dimensionnement donnant le **meilleur taux d'autoconsommation**, soit 100% pour un LCOE de 87 Euros/MWh, un taux d'autoproduction de 2% et un **taux moyen de couverture des toits de 5%** ;
- Le scénario correspondant au dimensionnement donnant le **meilleur taux d'autoproduction**, soit 21% pour un LCOE de 86 Euros/MWh, un taux d'autoconsommation de 99% et un **taux moyen de couverture des toits de 70%** ;

À noter :

- *Le taux d'autoconsommation désigne le rapport entre l'électricité PV produite et immédiatement consommée, et la production totale d'électricité sur site.*
- *Le taux de couverture désigne le ratio entre la somme des surfaces de toits occupées par des modules PV, et la surface totale des toits.*
- *Le taux d'autoproduction désigne le rapport entre l'énergie PV produite et immédiatement consommée sur place, et la consommation totale d'électricité sur site.*



Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB – Optimiser la stratégie énergétique d'un projet d'aménagement grâce à EnergyMapper et PowerDIS

Cas pratique n°3 : Utilisation de PowerDIS pour la comparaison des stratégies énergétiques d'un projet d'aménagement à Toulouse

Nous avons étudié en 2023 l'alimentation en énergie thermique du quartier Matabiau à Toulouse sur un projet mixte (neuf et existant). Les bâtiments (gare, halle des transports, station de métro, médiathèque, logements, commerces, bureaux, hôtel et piscine) ont à la fois des besoins de chaud et de froid. Nous avons pu identifier un fort potentiel de géothermie de surface avec valorisation sur géostructures.

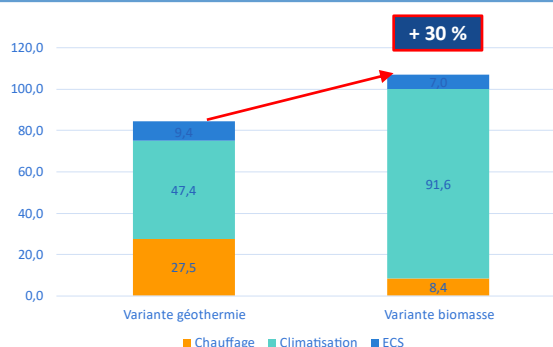
PowerDIS a permis de montrer qu'une solution de boucle tempérée était possible et qu'elle permettait d'alimenter les bâtiments en chaud et en froid.

Optimisation de la stratégie énergétique à Toulouse – Matabiau



Futur aménagement de Toulouse - Matabiau

Émissions de CO2 liées aux usages énergétiques (tonnes CO2 eq/an)



La variante avec extension du réseau haut température existant (**biomasse**) aurait eu **un impact carbone 30% plus élevé** que la variante étudiée par les outils d'Efficacity, consistant à créer une boucle tempérée avec **géothermie sur sonde** et à utiliser le réseau existant en appoint.



En comparant de nombreuses variantes (appoint de la boucle tempérée, combinaison de raccordements de bâtiments, sites pour lesquels on pouvait implanter des géostructures), les calculs effectués avec PowerDIS ont démontré que la variante avec extension du réseau haute température existant (biomasse) aurait eu un impact carbone 30% plus élevé que la variante proposée par Efficacity, consistant à créer une boucle tempérée et à utiliser le réseau existant haute température en appoint.

La variante proposée par Efficacity répondait par ailleurs aux critères du fond chaleur de l'ADEME (taux d'EnR&R supérieur à 65%, coefficient de performance global supérieur à 3 et prix de vente de l'énergie entre 100 et 130 €/MWh), et c'est donc celle qui a été retenue.



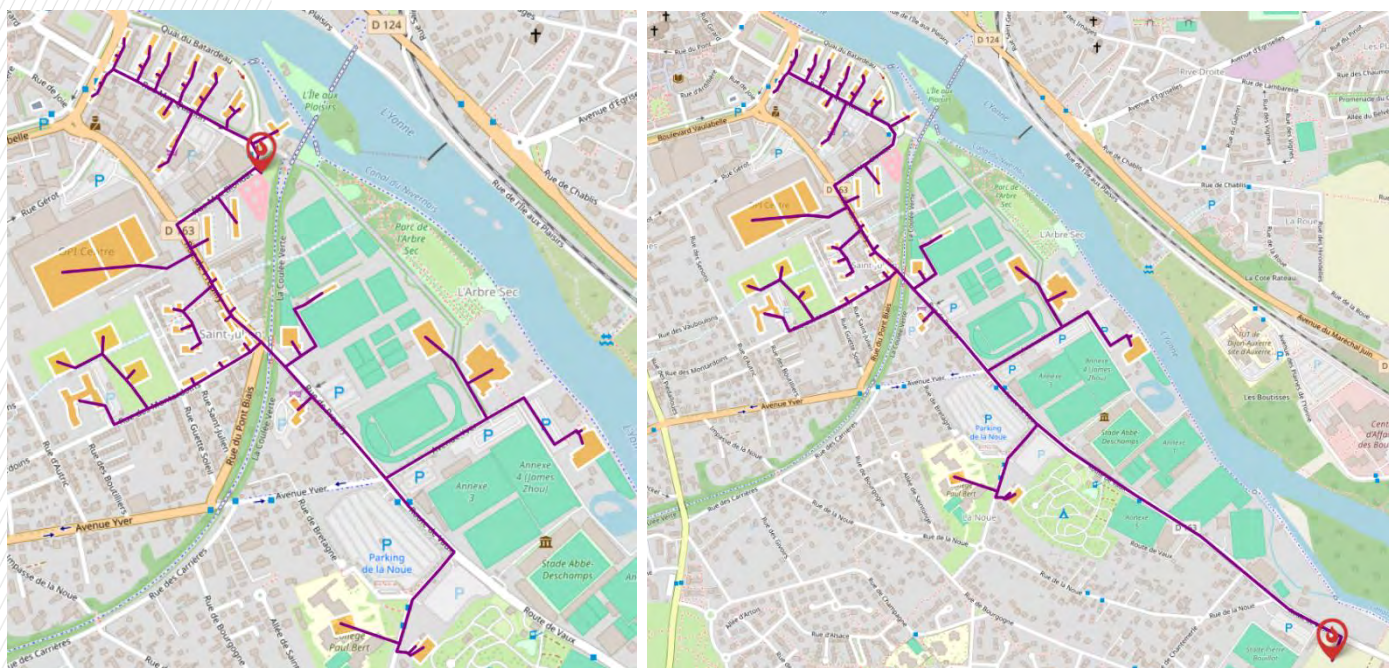
Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB – Optimiser la stratégie énergétique d'un projet d'aménagement grâce à EnergyMapper et PowerDIS

Cas pratique n°4 : Utilisation de PowerDIS pour étudier la stratégie énergétique thermique et électrique d'un projet d'aménagement à Auxerre

NB : ce cas d'application est présenté à titre illustratif et pédagogique uniquement et n'engage pas la collectivité

Nous avons étudié en 2024 l'alimentation en énergie thermique et électrique du Démonstrateur de la Ville Durable d'Auxerre AMBITIEUSE (quartiers Montardoins et Batardeau). Le projet prévoit à la fois la rénovation de friches industrielles (bâtiments à rénover) et la construction de nouveaux bâtiments de tous types (maisons, logements collectifs, commerces, bureaux) au sein des deux quartiers.

Une modélisation des bâtiments et une simulation de leurs besoins énergétiques thermiques au pas de temps horaire sur une année ont été effectuées avec PowerDIS. A partir de l'évaluation des besoins thermiques des bâtiments, les calculs réalisés avec PowerDIS ont permis de comparer de nombreux scénarii d'approvisionnement en énergie thermique (chauffage, climatisation et ECS), avec des configurations de productions centralisées (réseau de chaleur) et décentralisées. En particulier, deux scénarios de création de RCU (réseau de chaleur urbain) ont été étudiés pour alimenter les bâtiments en chauffage et ECS. Les deux scénarios correspondent à différentes localisations de la chaufferie



Exemple de tracé de RCU selon les deux scénarios envisagés.
L'implantation de la chaudière est indiquée par l'icône avec la flamme rouge.



Les différentes consommations électriques ont été simulées avec PowerDIS, en particulier celles provenant :

- Des bâtiments (électricité spécifique) ;
- Des systèmes énergétiques des bâtiments pour la production d'énergie thermique (ce qui comprend les moyens de production du RCU) ;
- Du datacenter Qarnot ;
- De bornes de recharge de véhicules électriques selon différents scénarios de déploiement, en distinguant les bornes résidentielles et tertiaires/commerciales (plan des stationnements du plan guide, minimum réglementaire, prévisions à 2030 et prévisions à 2035).

Les productions électriques ont aussi été simulées avec PowerDIS, en particulier celles provenant de la production photovoltaïque en toiture et d'une petite centrale hydroélectrique.



Visualisation de la localisation des moyens de production électrique (PV et hydroélectricité) et des différentes bornes de recharge de véhicules électriques

Ces simulations dynamiques au pas de temps horaire ont permis d'estimer le potentiel d'autoconsommation à l'échelle du projet d'aménagement (en tenant compte des contraintes du réseau électrique de distribution au niveau des postes de distribution mais sans les consommations électriques liées au fonctionnement du réseau de chaleur). Le taux d'autoconsommation collective est élevé, de 87% environ. Une étude réglementaire a montré qu'une opération d'autoconsommation collective était possible si la puissance de production totale installée restait inférieure à 3 MW (1 MWc de production PV est déjà envisagée).

Des simulations complémentaires ont mis en évidence que le stockage par batterie pourrait améliorer l'autoconsommation. Le taux d'autoconsommation individuelle pourrait ainsi être de 30% à 65% pour certains bâtiments avec des batteries de faible capacité (~10 kWh), par exemple pour une zone composée d'environ 30 maisons individuelles. Le taux d'autoconsommation à l'échelle du projet passerait alors de 87 à 88,7%. Une solution de stockage collective à l'échelle du projet et ayant la même capacité totale de 300 kWh permettrait d'améliorer encore plus le taux d'autoconsommation, soit 90,7%.



Utiliser les logiciels d'aide à la décision d'Efficacity et du CSTB – Synthèse et durée des différentes étapes

- Bilan Carbone avec UrbanPrint : 1 à 3 mois, en fonction de la taille et de la complexité du projet
- Localisation et quantification des gisements énergétiques avec EnergyMapper : 1 à 3 semaines, en fonction de l'échelle spatiale et du nombre de sources EnR&R
- Optimisation du mix énergétique thermique avec EnergyMapper : 15 jours à 1 mois, en fonction de l'échelle spatiale (nombre de bâtiments et de sources EnR&R)
- Optimisation du potentiel PV avec EnergyMapper : 1 à 2 mois, en fonction du nombre de bâtiments
- Stratégie énergétique globale avec PowerDIS : 2 à 8 mois en fonction de la taille et de la complexité du projet (8 mois pour réseau thermique complexe)

04

Comment s'engager demain
vers la neutralité carbone ?

Préconisation n°1 : Réaliser son Bilan Carbone de structure et sensibiliser les équipes

- Identifier les principaux leviers d'actions mais en intégrant dans son Bilan Carbone de structure les activités principales (vision macroscopique)
- Inscrire l'entreprise dans une démarche de décarbonation au sein des différents services
- Donner du sens aux travaux menés en co-construisant une politique environnementale et sociétale vertueuse
- Déployer l'Atelier des transitions urbaines, un nouveau *serious game* créé en 2024 avec l'appui de l'Atelier 2tonnes et d'Efficacity, qui vise à concevoir en s'amusant des projets d'aménagement alliant faible impact carbone, résilience et qualité urbaine.

Préconisation n°2 : Prescrire la mesure de l'impact carbone sur ses projets

- Généraliser la mesure de l'impact carbone de ses projets selon la méthode Quartier Energie Carbone promue par l'ADEME (mesurer cet impact dès le début des études puis à chaque étape clé de conception pour que le choix entre plusieurs variantes soit toujours éclairé, entre autres, par le critère carbone).

A noter : s'engager dans une telle démarche présente plusieurs intérêts pour un aménageur, à savoir :

- *Monter en compétences sur un sujet qui deviendra à terme obligatoire.*
- *Améliorer son image en interne (collaborateurs) et en externe (collectivité, associations, etc.) et bénéficier d'une forte visibilité au sein du futur Observatoire national de la performance Énergie & Carbone des projets d'aménagement.*
- *Pouvoir plus facilement justifier les prescriptions faites aux promoteurs pour chaque lot du projet, en apportant la vision de la stratégie carbone de l'ensemble du quartier.*
- *Depuis début 2023, une dizaine de grands aménageurs ont déjà décidé de généraliser cette démarche à tous leurs projets.*

Préconisation n°3 : Prescrire l'optimisation de la stratégie énergétique

- Au stade des études d'opportunité : identifier très en amont tous les gisements d'EnR&R et pré-sélectionner les meilleurs gisements *via* une optimisation selon des critères technique, pourcentage d'EnR&R, et économiques.
- Au stade des études de faisabilité : comparer, *via* une simulation énergétique précise, de nombreuses stratégies énergétiques en termes d'unités de production, de types de réseaux et stockages, de performances des bâtiments, et sélectionner les meilleures stratégies selon des critères énergie-carbone et économiques.

Préconisation n°4 : Se former

- Se former sur l'impact carbone des projets en s'équipant de la version d'UrbanPrint spécifiquement destinée aux aménageurs.

Préconisation n°5 : Participer à l'effort national de R&D, d'observation et d'amélioration des pratiques

- Alimenter le futur Observatoire national Quartier Energie Carbone.
- Echanger sur les bonnes pratiques, en particulier sur les leviers les plus efficaces pour réduire l'impact énergie & carbone des projets.
- Coopérer avec l'ADEME et des organismes de recherche sur l'amélioration de la précision des Bilans Carbone, la fiabilité des simulations énergétiques à l'échelle d'un quartier, le « CPE Quartier », les freins économiques aux ambitions énergie-carbone des projets, etc.



Emmanuel VERLINDEN

Directeur d'études / Référent du guide

everlinden@citadia.com

07 86 83 18 93



Agathe BUREAU

Chargée d'études

abureau@citadia.com

06 02 19 47 88



Candice RIBOT

Cheffe de Projets

cribot@citadia.com

07 89 65 37 20



Lucinne RAIMBAULT

Chargée d'études

lraimbault@citadia.com

06 31 72 00 67

AVEC LA PARTICIPATION DE :

Morgane COLOMBERT

Directrice de projet

Efficacy

Michel SALEM-SERMANET

Directeur général

Efficacy